

Prof. dr hab. inż. Adam Józef Lipiński
Katedra Maszyn Roboczych i Metodologii Badań
Wydział Nauk Technicznych
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Dominiki Sierackiej

**pt. „Identyfikacja parametrów charakterystycznych w plonowaniu nasion
wybranych odmian konopi przemysłowych (*Cannabis sativa* L.) z użyciem metod
sztucznej inteligencji”**

1. Wstęp

Recenzja została opracowana na podstawie informacji zawartej w piśmie WI-4000-62/2022, z dnia 15 listopada 2022 r., podpisanego przez Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny inżynieria mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu – dr hab. inż. Macieja Zaborowicza, prof. UPP.

Z pisma wynika, Rada Naukowa Dyscypliny inżynieria mechaniczna wyznaczyła mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Dominiki Sierackiej.

W recenzji uwzględniono ustawowe kryteria i wymogi stawiane pracom doktorskim, wynikające z Ustawy z dn. 14.03.2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r., nr 65, poz. 595; z późn. zm.) oraz z Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 19 stycznia 2018 r. (Dz. U. z 2018 r., poz. 261). w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora.

2. Ocena rozprawy

Rozprawa doktorska autorstwa Kandydatki do stopnia doktora w dyscyplinie inżynieria mechaniczna zawiera 82 strony, w tym: spis treści, osiem rozdziałów zasadniczej części pracy, bibliografię oraz spisy tabel i ilustracji.

Układ treści rozprawy jest właściwy i w jasny sposób prezentuje wykonaną pracę.

Rozprawa napisana jest poprawnie, komunikatywnym językiem i z należytą starannością, aczkolwiek interpunkcja w kilku miejscach wymagałaby korekty. Praca, na co zresztą wprost wskazuje jej objętość, jest oszczędna w słowach, z czego w mojej opinii nie należy czynić zarzutu, lecz wręcz przeciwnie - wskazać na umiejętność zwięzłego przekazywania informacji przez jej Autorkę.

Zastrzeżeń natury edytorskiej w zasadzie nie mam. Zwracam uwagę na najważniejsze:

- niepełna zgodność treści streszczenia w wersji polskiej i angielskiej;
- Autorka stosuje słowo „ilość” w odniesieniu do rzeczowników policzalnych;
- część pozycji w wykazie literatury ma formatowanie w niezgodnym z podstawowym formatem;
- w spisie tabel w druku pojawił się błąd w tytule i z odniesieniem do strony (Tabela 18).

Tabele i rysunki zostały w większości opracowane i wykonane czytelnie. Co prawda w przypadku niektórych rysunków można było pomyśleć nad zmianą wielkości lub dokładniejszym ich przycięciem, ale to uwaga natury jedynie estetycznej.

Praca rozpoczyna się podziękowaniami i spisem treści, następnie pojawiają się streszczenia po polsku i angielsku. Streszczenie wraz ze słowami kluczowymi właściwie oddaje treść rozprawy.

Zasadniczą część rozprawy Autorka rozpoczyna jednostronicowym wstępem, pokazującym społeczno-gospodarcze tło dla tematu rozprawy i uzasadniającym zainteresowanie Kandydatki podjętym tematem.

Drugi rozdział rozprawy to – tradycyjnie - przegląd literatury. Biorąc pod uwagę objętość rozprawy, analiza literatury jest obszerna, ale też nie bez powodu, ponieważ do przeanalizowania było kilka częściowo rozłącznych zagadnień.

Autorka rozpoczyna od aspektów prawnych dotyczących uprawy konopi w Polsce. Przywołane zostały właściwe akty prawne, a treść tego podrozdziału nie pozostawia wątpliwości. Zrozumiałe jest skupienie się na Polsce, aczkolwiek warto może byłoby dodać chociaż akapit wskazujący na to, jak w aspekcie prawnym Polska lokuje się na tle innych krajów.

W kolejnych dwóch podrozdziałach scharakteryzowane zostały konopie przemysłowe jako takie, jak też ich odmiany, następnie zwięźle opisano kluczowe aspekty ich uprawy.

Kolejny podrozdział wskazuje sposoby wykorzystania konopi w gospodarce. Należy podkreślić jakość tej analizy, Autorka wskazała zastosowanie konopi w bardzo wielu gałęziach przemysłu powołując się na wiele ciekawych pozycji literatury, jak też podkreślając rosnące zainteresowanie przemysłu tą rośliną, co pozwala dodatkowo uzasadnić słuszność podjęcia tematu rozprawy i jej możliwe strefy wpływu.

Podrozdział 2.2 zawiera informacje dotyczące modelowanie neuronowego. Prawdopodobnie z uwagi na chęć zwięzłego przekazania informacji, fragment ten jest, w moim odczuciu, nie do końca uporządkowany. Zwracam uwagę na to, że podrozdział

ten powinien wdrażać czytelnika w podstawy zastosowanych w rozprawie metod sztucznej inteligencji, które to są przecież kluczowe dla osiągnięcia celów pracy, i z tego właśnie powodu uważam, że fragment ten powinien być bardziej rozbudowany. Szczególnie w kontekście później dokonanych przez Autorkę wyborów dotyczących budowy sieci neuronowej, należałoby zbudować tu dla tychże wyborów tło metodologiczne.

W podrozdziale 2.3 Autorka pokazuje przykłady zastosowania sztucznych sieci neuronowych w rolnictwie. We fragmencie tym pokazano kilka ciekawych przykładów. Zwracam też uwagę na literówkę („Roplewska” – powinno być „Ropelewska”) i na brak pozycji Ropelewska i Zapotoczny (2018) w spisie literatury.

W ostatnim podrozdziale przeglądu literatury Kandydatka skupiła się na zastosowaniach SSN powiązanych z konopiami, tu również opisując kilka ciekawych publikacji.

Podsumowując moją ocenę przeglądu literatury podkreślam, że widać, iż został on przygotowany rzetelnie. Pewne uwagi krytyczne nie wpływają na fakt, że moja generalna ocena tej części pracy jest pozytywna. Treść tego rozdziału dobrze uzupełnia też wcześniej wspomniane tło i uzasadnienie dla podjętej przez Autorkę tematyki pracy badawczej.

W kolejnym, czyli trzecim, rozdziale Kandydatka wskazała cel i zakres swojej pracy. Rozdział ten zaczyna się krótkim akapitem podsumowującym wcześniejsze rozdziały w sposób, który wskazuje na celowość podjęcia badań dotyczących opracowania metod predykcji plonowania nasion konopi. Na tym tle Autorka wskazuje cel pracy, problem badawczy uzupełniony trzema pytaniami dodatkowymi, jak też hipotezę badawczą. Rozdział kończy opis zakresu prac.

Rozdział ten w mojej opinii jest bardzo dobrze napisany, nie pozostawia on wątpliwości zarówno w aspekcie celu jak i zakresu pracy. Hipoteza badawcza oraz problem naukowy są właściwie sformułowane i jako całość kwalifikują się jako właściwe dla rozprawy doktorskiej.

Kolejnym rozdziałem jest materiał i metodyka badań.

Materiał badawczy, czyli wybrane odmiany konopi zostały opisane wyczerpująco, doceniam też właściwe uzasadnienie tegoż wyboru.

Jeśli zaś chodzi o metodykę badań, tu również opis jest rzetelny i wyczerpujący. Wybór czynników mogących mieć wpływ uważam za właściwy, aczkolwiek stwierdzenie, że dane te wskazano „analizując agrotechnikę konopi” warto byłoby wesprzeć literaturą.

Uważam też, że „przeprowadzenie modelu neuronowego” to nieco niejasne sformułowanie. Chodzi o projekt sieci, jej trening, czy o coś innego? Dalsza część tego rozdziału zawiera przede wszystkim informacje techniczne dotyczące procesu obróbki danych wejściowych oraz wykorzystanego oprogramowania, nie wymagające szerszego komentarza. Mam jedynie dwie uwagi:

- liczba przypadków uczących to tak naprawdę tylko podzbiór uczący, ponieważ podzbiory walidacyjny i testowy nie są wykorzystywane w treningu sieci, lecz służą jedynie do uzyskania informacji zwrotnej na temat jakości treningu, czy to w jego trakcie, czy to do oceny wyników końcowych;
- w tym kontekście, należy sobie zadać pytanie, czy nie lepiej byłoby nie poświęcać aż 50% przypadków na podzbiory walidacyjny i testowy – wówczas podzbiór uczący zyskałby dodatkowe przypadki do treningu. Proporcje domyślne tych zbiorów, jakie pozostawiła Autorka z uwagi na fakt, jak szeroką gamę problemów można rozwiązywać metodami sztucznej inteligencji, z natury rzeczy nie mogą sprawdzać się w każdym przypadku, a szczególną uwagę należy na tę proporcję zwracać, gdy zbiór przypadków, tak jak w ocenianej rozprawie, nie jest bardzo obszerny.

Rozdział 5 zawiera wyniki badań, aczkolwiek należy wskazać, że to też tutaj opisane zostały szczegóły dotyczące zastosowanych sieci neuronowych. Zacznę od topologii sieci.

Zabrakło mi tu wskazania podstaw, czyli uzasadnienia dla doboru tzw. hiperparametrów sieci neuronowych.

Np. dlaczego Autorka zdecydowała się na użycie wyłącznie najpłytszej możliwej topologii, tj. wykorzystując tylko jedną warstwę ukrytą? Rozumiem, że z uwagi na specyfikę sieci RBF rzadko potrzebna jest więcej niż jedna warstwa ukryta, ale w tym kontekście należy zapytać, dlaczego akurat RBF? Mogę się domyślić, że Automatyczny projektant programu Statistica wskazał akurat ten typ i dlatego też w tym kierunku poszła Kandydatka, ale dla dobra rzetelności naukowej i chęci sprawdzenia innych możliwości powinno się jednak podjąć chociaż próbę z innym, wówczas głębszym, typem sieci.

Oczywiście, biorąc pod uwagę niewielką liczbę zmiennych wejściowych i kilkaset przypadków uczących tworzenie sieci prawdziwie głębokiej nie miałoby większego sensu, ale już próby z dodatkową jedną lub dwiema warstwami ukrytymi (i w związku z tym różnymi liczbami neuronów w każdej z warstw) być może mogłyby dać ciekawe rezultaty na skutek wytrenowania sieci w kierunku znalezienia bardziej ukrytej zależności między którymiś z danych wejściowych.

Podobną uwagę można zgłosić co do liczby neuronów w tej warstwie ukrytej. Zazwyczaj stosuje się podejście, w którym liczba neuronów równa jest potęgze liczby dwa, liczbę, od której zaczyna się projektowanie sieci podwaja się, lub dzieli przez dwa, zależnie od wpływu na rezultaty. Tymczasem w zaprojektowanej sieci po prostu założono, że warstwa ukryta (w każdym z trzech przypadków) ma mieć 9 neuronów. Dlaczego akurat tyle?

Podsumowując ten fragment recenzji, w pokazanym procesie projektowania zabrakło mi wskazania uzasadnienia dla parametrów prezentowanych sieci, przez co zaburzona została klarowność wyводу.

Poza tym, Autorka rozprawy niejako sama udowodniła, że sieci zaprojektowane samodzielnie sprawdzają się lepiej niż te zaproponowane automatycznie przez program, co tym bardziej uzasadniałoby podjęcie prób z sieciami innymi niż RBF.

Jeżeli natomiast chodzi o prezentację wyników, to są one pokazane przede wszystkim w postaci tabelarycznej, i o ile badane modele neuronowe zostały dodatkowo ocenione tekstowo (podrozdział 5.3), to zabrakło mi takiej samej oceny wyników w kontekście rolniczym, tzn. przełożenia wyników modelowania oraz analizy wrażliwości na teoretyczny wpływ konkretnych zmiennych na plon nasion konopi. Taka analiza zwiększyłaby wartość rozprawy z punktu widzenia np. potencjalnego czytelnika w praktyce zajmującego się uprawą tej rośliny. Dodatkowo taki opis byłby kluczowy w kontekście nawiązania do tematu rozprawy, który przecież wprost mówi o identyfikacji parametrów charakterystycznych w plonowaniu nasion konopi.

Rozdział 6 zawiera dyskusję. Autorka podjęła próbę porównania osiągniętych w ramach prac nad rozprawą wyników do prac podejmujących podobną tematykę. Fragment ten dobrze pokazuje jak badania pokazane w rozprawie doktorskiej lokują się na tle podobnych prac, zarówno w aspekcie osiągniętych wyników, jak i zastosowanych metod sztucznej inteligencji. Szkoda z kolei, że nie odniesiono się do prac wskazujących na agrotechniczne czynniki wpływające na wielkość plonu nasion konopi. Takie porównanie mogłoby na przykład wskazać, czy metody wykorzystane w pracy być może wskazują na czynniki w literaturze przeceniane, bądź też niedoceniane, co mogłoby pozwolić wysnuć niezwykle ciekawe dodatkowe wnioski.

Rozprawę podsumowano jednostronicowym rozdziałem 7. Fragment ten podsumowuje wykonane badania i osiągnięte wyniki, jednocześnie formułowane są tu wnioski natury ogólnej. Zabrakło mi tu odniesienia się wprost do zawartości rozdziału 3. W kontekście zawarcia w tym rozdziale wniosków ogólnych trochę też nie rozumiem, dlaczego dla wniosków jako takich zarezerwowano rozdział 8, jedynie półstronicowy. Rozdziały 7 i 8 można było połączyć, dzięki czemu chyba jaśniej można by pokazać kluczowe osiągnięcia Autorki. Wnioski zawarte w rozdziale 8 w mojej opinii są właściwe (poza jednym, o czym niżej) i uzasadnione uzyskanymi wynikami, choć są też bardzo ogólne, być może wręcz zbyt ogólne. Zwracam też uwagę na fakt, że Autorka pisze we wnioskach, że „optymalnymi modelami klasyfikacyjnymi okazały się SSN typu RBF”, podczas, gdy w mojej opinii wniosek ten jest za daleko idący z uwagi na fakt, że innego typu sieci nie zostały przecież przetestowane.

Rozprawę kończą wykaz literatury, spis tabel, rysunków i wykorzystanego oprogramowania. Pozytywnie oceniałem wcześniej zarówno przegląd literatury, jak i dyskusję wyników. Liczba pozycji jest adekwatna i obejmuje pozycje zarówno polsko, jak anglojęzyczne, aktualność literatury również jest bez zarzutu (pojawiają się pozycje z roku 2021, co pozwala zakładać, że Autorka opiera się na najnowszych wynikach badań w temacie).

Uwaga dodatkowa do całości rozprawy

Szkoda, że Autorka nie odniosła się do artykułu swojego współautorstwa opublikowanego w czasopiśmie *Journal of Natural Fibers*. Praca ta jest ewidentnie rezultatem wcześniejszych prac dotyczących tego samego tematu, dzięki czemu stanowi ciekawy punkt odniesienia dla wyników końcowych. W mojej opinii, wcześniejsze publikowanie wyników cząstkowych swoich prac pozwala poprawić ich jakość dzięki na bieżąco otrzymywanej informacji zwrotnej od recenzentów, a w momencie obrony dodatkowo dowodzi kompetencji naukowej osoby kandydującej do stopnia naukowego. W tym kontekście po pierwsze szkoda, że takich publikacji nie było więcej (do drugiej publikacji odwołanie w rozprawie się znalazło), a po drugie, szkoda, także do tej konkretnej zabrakło odniesienia i zostałem niejako „zmuszony” do odnalezienia jej na własną rękę.

Podsumowanie

Rozprawę zaliczam do kategorii spełniających wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Kandydatka do stopnia doktora zrealizowała postawione sobie cele, rozwiązała problem naukowy, odpowiedziała na postawione pytania badawcze, a uzyskane w ramach prac nad rozprawą wyniki mają w mojej opinii wartość zarówno poznawczą, jak możliwą do wykorzystania w praktyce. Oba te aspekty są w mojej opinii kluczowe dla pozytywnej oceny rozprawy.

Dodatkowym wparciem dla tej oceny jest publikacja wyników otrzymanych w ramach wcześniejszych prac nad tematem w artykule współautorstwa Kandydatki w czasopiśmie o znaczącym IF.

Przekazana mi do recenzji rozprawa doktorska stanowi więc w mojej opinii dowód na właściwe przygotowanie jej Autorki do samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych oraz na Jej kompetencje w zakresie samodzielnej pracy naukowej.

Biorąc pod uwagę przedstawioną powyżej ocenę rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Dominiki Sierackiej wnioskuję o dopuszczenie Jej do publicznej obrony.

Olsztyn, 12 stycznia 2023 r.

